



莱钢型钢3 200 m³高炉限产操作实践

郭新超, 汤登军

(莱钢钢铁集团 银山型钢炼铁厂, 山东 莱芜 271104)

摘要:莱钢型钢3 200 m³高炉为实现限产计划, 采用风口加衬套的方法来控制风速和鼓风动能, 避免了局部堵风口、更换小风口的弊端, 配合减氧、缩矿批, 调整布料制度、造渣制度, 加强炉前操作, 优化出铁组织等措施, 炉况顺行, 指标稳定。

关键词:高炉; 限产; 风口; 加衬套; 风量

中图分类号:TF543

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2014)05-0012-02

1 前言

莱钢型钢炼铁厂3[#]高炉(3 200 m³)设有4个铁口, 36个风口, 炉体采用全冷却壁的薄内衬结构, 炉缸、炉底为炭砖—陶瓷杯结构, 克莱德喷吹系统。采用电动鼓风机, 风机进口流量为8 800 m³/min, 出口风压0.06 MPa(A)。鼓风机进口设置空气过滤器及溴化锂水冷机组脱湿装置。

3[#]高炉于2014年2月15日~3月30日按计划开始限产控冶强操作。一般情况下, 可通过堵部分风口或更换直径较小的风口实现控制冶强, 甚至通过延长计划检修、长时间停炉等措施进行更大规模的限产。高炉生产不允许有较大波动, 延长检修、长时间停炉后高炉恢复顺行困难、成本高; 更换小风口需要增加风口库存数量与种类, 高炉运行成本增加; 堵部分风口易造成高炉圆周进风量不均, 影响送风制度稳定, 易造成高炉炉墙温度分布不均, 引起高炉热制度波动, 导致炉况不顺, 严重时会引起炉墙结瘤。因此参考文献[1]关于高炉风口面积调节方法的相关结论, 莱钢型钢3[#]高炉决定利用风口加衬套来调整高炉风口面积, 控制冶炼强度, 实现限产计划。高炉限产期间, 通过调整送风制度、造渣制度, 安装风口衬套, 加强炉前操作, 优化出铁组织, 高炉炉况保持稳定顺行。

2 高炉限产措施及操作实践

2.1 风口衬套安装前的限产操作

1) 操作制度的调整。风量由6 200 m³/min减至6 050 m³/min, 富氧由14 500 m³/h减至11 000 m³/h。顶压/风量的值在2月19日由0.036 5减至0.036。矿批由109 t缩至106 t。

2) 炉况的表现及调整。15—17日炉况稳定顺行, 燃料比维持在500 kg/t左右的水平。17日开始

配加备用烧结矿, 18日比例增至71%, 受烧结矿变差影响, 18日冷却壁波动, 水温差不稳, 燃料比有上升的趋势。18日将焦比由328 kg/t增加至331 kg/t, 矿批由106 t调至105 t, 19日炉况趋于稳定, 燃料比又回到500 kg/t的水平。21日, 焦炭CSR降至65.1%, 将焦比由331 kg/t增加至334 kg/t, 矿批由105 t调至104 t。22日焦炭的CSR为65.3%, 矿批、负荷未动。自21日开始, 由于燃料比一直在505 kg/t左右, 该矿批、负荷一直维持到25日定修。

2.2 风口衬套安装后的限产操作

风口前区域是焦炭燃烧的区域, 观察焦炭在风口前的运动状态和明亮程度, 可以判断炉缸热状况和炉缸圆周均匀及高炉顺行情况。风口衬套的安装拆卸非常便捷, 且不影响对风口工作状况的观察, 可根据高炉产量要求和风口长期的均匀分布状态进行适度位置和大小调整。送风面积经过了两次调整: 第1阶段, 2月25日—3月4日, 风口面积0.403 4 m²; 第2阶段, 3月4日—3月30日, 风口面积0.395 9 m²。

1) 第1次调整进风面积后的操作。风口面积由0.418 9 m²缩至0.403 4 m², 风量由6 050 m³/min减至5 950 m³/min, 富氧由11 000 m³/h减至10 500 m³/h。矿批由106 t缩至103 t。

风口面积缩小后, 风速、动能增加, 中心温度升高, 煤气利用率不稳, 燃料比在505~510 kg/t左右。26日中班将布焦时间由128~130 s减至126~128 s, 煤气利用率逐渐升高稳定。27日将焦比调整到330 kg/t, 燃料比逐渐回到500~505 kg/t的水平。2月28日—3月4日由于3[#]烧结机停机, 配加的烧结矿以备用烧结为主, 其中3月2日的备用烧结矿为100%。由于备用烧结质量较差, 造成炉况有所波动, 但燃料比变化不大, 仍能维持在505 kg/t。3月3日4:00由于1[#]干熄焦检修48 h, 白班开始配加的焦炭为35%的备焦+65%的2[#]干熄焦。因2[#]干熄焦的CSR为65.5%以及备焦比例高, 3月3日中班将焦比

收稿日期: 2014-03-31

作者简介: 郭新超, 男, 1985年生, 2008年毕业于辽宁科技大学冶金工程专业。现为莱钢型钢炼铁厂助理工程师, 从事炼铁工作。

由330 kg/t调整到340 kg/t,3日的燃料比在508 kg/t,略有上行。

第1次调整进风面积后,风速、动能增加,燃料比上升3kg/t,富氧率、铁水热量变化不大。3月4日2[#]干熄焦的CSR为67.2%,烧结矿全直供,白班将焦比由340 kg/t调整到335 kg/t。4日12[#]风口小套上部磨漏,休风更换,利用休风机会,将12[#]、30[#]风口由130 mm调为110 mm。

2)第2次调整进风面积后,风口面积由0.403 4 m²缩至0.395 9 m²,风量由5 950 m³/min减至5 850 m³/min,富氧由10 500 m³/h减至10 000 m³/h。矿批在103~105 t。

3月4日开始配直供烧结,3月5日燃料比在500 kg/t,白班将焦比调整到330 kg/t。9:00开始全配2[#]管焦,经检验,焦炭质量差(固定C 82%、灰分15%、CSR 63%),中班立即将焦比调整到340 kg/t。整个中班生铁硅含量在0.35%,燃料比518 kg/t。6日、7日燃料比稳定在510 kg/t左右,以煤比 \geq 180 kg/t为原则,焦比逐渐降至330 kg/t。7日的中心温度较高,平均值最高达770 ℃。12:00将布焦时间由126~128 s减至124~126 s,中心温度下行稳定在600 ℃。8日中心温度平均值505 ℃,9日中心温度平均值上升至568 ℃,同时13段平均值处于下行趋势,最低下至10日的94 ℃,接近13段的下限警戒值90 ℃。此时中心焦比例为25/105(16%),因此10日未调整布焦时间,而是调整布料矩阵,将布料矩阵由

```
0 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6 7
4 3 3 2 2 2 2 3 3 2 2 2 3,
```

调整为

```
0 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6 7
3 3 3 2 2 2 2 3 3 2 2 2 3。
```

调整后,铸铁冷却壁温度很快上行,回到正常的温度区间。但边缘温度正常后,中心温度又开始下降,最低降至400 ℃以下。11日7:30将布焦时间由124~126 s加至126~128 s,中心温度上行稳定。12—14日,水温差上升至2.2 ℃左右,铜冷却壁波动增大。14日将布料矩阵调整回10日前状态。14—16日,燃料比在500 kg/t左右,分两次将焦比减至325 kg/t,达到了开炉以来的最低焦比。

第2次调整进风面积后,风速、动能增加,煤气利用上升0.17%,燃料比降低1 kg/t,富氧率上升0.19%,火焰温度上升11 ℃,铁水热量变化不大。

3 限产期间高炉操作

3.1 炉前操作

2月15日限产后,炉前操作未及时跟上,4班打

泥量不统一,16—22日铁口工作失常,连续出现出铁时间短的情况。经过炮泥厂家的调整以及炉前操作的统一,铁口工作逐渐稳定。从日常的铁口写实来看,降低冶强后,红渣层基本在200~300 mm,铁口并未出现潮泥增多的现象。煤比和富氧率提高后,渣冶炼强度大幅提高,铁量增加,如果不能及时排净渣铁,容易造成炉内憋风,严重时易造成煤气流失失常,出现管道行程,处理不当对炉况影响较大。由于莱钢烧结矿品位较低,理论渣比高达380 kg/t,为保证及时出净渣铁,减少因出铁引起的憋风,引入见渣率概念,保证见渣率在90%以上。如出现亏渣铁现象,则对钻头、铁间隔进行相应调整,通过使用大钻头、重叠出铁等手段增加出铁速度,以维持全风,保证鼓风动能。

3.2 调整造渣制度

限产初期配料碱度仍按1.26控制,实际渣样以1/3石头渣为主。17日配加265烧结机烧结矿后,因265烧结矿MgO含量低,同样的二元碱度,实际渣样玻璃渣居多,热量不足,主沟内渣壳难化,同一炉次出现炉温波动大的情况。20日开始以理论三元碱度1.49为基准校核二元碱度。二元碱度最高配到1.30。3月8日直供烧结的MgO由2.5%降至2.0%,以实际渣样1/3石头渣为准,以理论三元碱度1.5校核二元碱度,二元碱度最高配到1.32。

4 结 语

限产前及限产期间炉况运行的部分参数及指标见表1。

表1 限产前及限产期间炉况运行的部分参数

运行参数	限产前 (2.11—2.15)	加衬套前 (2.16—2.25)	加衬套后 (2.26—3.04)	调整衬套 (3.04—3.30)
风口面积/m ²	0.418 9	0.418 9	0.403 4	0.395 9
风量/(m ³ ·min ⁻¹)	6 167	6 017	5 875	5 878
煤气量/(m ³ ·min ⁻¹)	8 522	8 330	8 172	8 174
顶压/kPa	225	220	213	212
压差/kPa	166	161	159	162
实际风速/(m·s ⁻¹)	283	280	288	294
鼓风动能/kJ	153	145	150	157
中心温度/℃	495	471	580	482
火焰温度/℃	2 311	2 294	2 289	2 295
铁水热量/℃	1 525	1 524	1 524	1 523
风温/℃	1 212	1 202	1 197	1 207
富氧率/%	0.25	0.23	0.22	0.24
燃料比/(kg·t ⁻¹)	503	503	506	506
产量/(t·d ⁻¹)	8 020	7 720	7 417	7 535

1)缩风口衬套制作简单方便,安装和拆卸简易,利用高炉停风机会,数分钟之内即可完成安装,拆卸时可不停风打开风口小盖,直接将风口衬套插入高炉即可,作为炉渣外排,不影响(下转第16页)

4 结 语

莱钢特钢 100 t 电炉生产线采用 $\Phi 500$ mm 连铸圆坯轧制 $\Phi 120$ mm 的 GCr15SiMn 轴承钢, 各项性能指标完全满足技术标准要求, 钢材质量良好; GCr15SiMn 轴承钢成分均匀, 纯净度高, 各类夹杂物级别低、分布均匀, 氧含量控制在 $(9 \sim 10) \times 10^{-6}$; GCr15SiMn 轴承钢碳化物带状级别均在 1.5 以下, 碳化物液析均为 0.5 级别。本次试制共生产 GCr15SiMn

轴承钢 3 个炉次 300 余 t, 工艺控制过程稳定, 具备了批量生产 GCr15SiMn 轴承钢的条件。

参考文献:

- [1] 于平, 陈伟庆, 冯军, 等. 高碱度渣精炼的轴承钢中夹杂物研究[J]. 钢铁, 2004, 39(7): 22-23.
- [2] 杨密平. 50t EBT EAF-LF(VD)-CC 流程生产 G55SiMoVA 轴承钢的工艺实践[J]. 特殊钢, 2014, 35(2): 33-36.
- [3] 许加陆, 袁文军, 袁敏, 等. 高碳铬轴承钢连铸圆坯冷装加热工艺分析[J]. 现代冶金, 2014, 38(4): 31-33.
- [4] 孙正炜, 王金海, 卢光勇. 轧制初期变形量对轴承钢碳化物液析的影响[J]. 山东冶金, 2013, 35(3): 44-46.

Development of Large Size Bearing Steel GCr15SiMn

WEN Xiaode

(The Special Steel Department of Laiwu Branch Company of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271150, China)

Abstract: Laiwu Steel Special Steel Department adopted the process flow, that is hot metal charging + steel scrap \rightarrow 100 t EAF \rightarrow LF \rightarrow VD \rightarrow CC ($\Phi 500$ mm) \rightarrow slow cooling in pit \rightarrow heating \rightarrow rolling ($\Phi 1350 \times 1 + \Phi 950 \times 4 + \Phi 800 \times 2$) \rightarrow slow cooling in pit \rightarrow finishing for producing $\Phi 120$ mm GCr15SiMn bearing steel. By adopting some measures such as optimizing smelting process, protective casting, weak secondary cooling, controlling heating and large compression ratio rolling, developed GCr15SiMn bearing steel had uniform composition and high purity. The oxygen content was controlled between 9×10^{-6} and 10×10^{-6} . The carbide band level is all below 1.5 grade, the liquation carbonide is 0.5 grade and all indicators met the requirements of technical standard.

Key words: GCR15SiMn bearing steel; large size; round billet; product development

(上接第 11 页)

Research on the Enhanced Injection of Oxygen during the EAF Process

XU Yongbin

(WISDRI Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan 430223, China)

Abstract: By analysis the melting process with EAF, the method of oxygen injection has been proposed in order to reduce electrical energy consumption. Based on the high temperature metallurgical physical chemistry reaction, the effect of elements oxidation in liquid steel on metallurgical bath was calculated. As can be found from the result, Once 10.1 m^3 oxygen per ton steel was injected into the EAF bath, the energy of about $84.308 \text{ kW} \cdot \text{h}$ can be saved during the melting process of 45 steel with EAF.

Key words: electric arc furnace; oxygen; energy consumption; heat release; energy compensation

(上接第 13 页)高炉操作。2)限产后要及时调整送风制度, 风速、鼓风动能以不低于限产前为准。降低风量后, 顶压/风量的值要降低 $0.0005 \sim 0.001$ 。3)限产后, 富氧率降低 $\geq 0.4\%$ 可以保证火焰温度和渣铁热量。4)降低风量后, 要适当降低炮泥强度, 以红渣层保持不变为原则, 保证铁口好开, 铁口深

度应维持不变。5)三元碱度对炉渣试样也有影响, MgO 降低后, 配料碱度要以三元碱度为准, 合适理论值在 1.5 左右。

参考文献:

- [1] 吴狄峰, 程树森, 赵宏博, 等. 关于高炉风口面积调节方法的探讨[J]. 中国冶金, 2007, 17(12): 55-59.

Operation Practice of Limiting Production of 3200 m^3 BF in Laiwu Steel

GUO Xinchao, TANG Dengjun

(The Ironmaking Plant of Yinshan Section Steel, Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: In order to realize the plan of limiting production for the 3200 m^3 BF in Laiwu Steel, the method of adding a bushing in the tuyere was used to control the wind speed and blast kinetic energy, avoiding drawbacks of blocking local tuyere and changing to small tuyere. Cooperating some measures such as reducing oxygen and ore batch, adjusting burden distribution system and slagging system, strengthening casthouse operation and optimizing tapping organization, the furnace conditions was smooth and the indicators was stable.

Key words: blast furnace; limiting production; tuyere; adding bushing; wind amount